

**Tuz Oranı Düşük Et Ürünlerinde Fosfatların Kullanımı \***

A. Hamdi ERTAŞ

A. Ü. Zir. Fak., Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü — ANKARA

**Fosfatların Antimikrobiyel Etkilerinin Mekanizması**

Fosfatların bakteriyel inhibisyonunun mekanizması, tam olarak bilinmemektedir ve kaynaklarda olası ihtimaller belirtilmektedir. Belli koşullar altında fosfatların inhibitör etkilerinin kilitlenmesi; organizmanın tipi, fosfat tipi ve düzeyi, ısı uygulaması ve depolama sıcaklığı, pH değeri, substrat tipi ve katkı maddeleri ve etteki enzimlerle fosfatların hidrolizi gibi birçok faktörlerden kaynaklanabilir. pH, sıcaklık ve üretim süresindeki değişiklikler; fosfatlar tarafından iyonların tutulmasına, enzim inaktivasyonuna ve polifosfatların etkisiz ortofosfatlara hidrolizine etki edebilir. Uygun ısı işlem, enzimleri inaktive etmekte ve hidrolizi önlemektedir. Ama, bazı ısı uygulamalar, polifosfatların pirofosfatlara ve ortofosfatlara dönüşümüyle sonuçlanabilir.

Fosfatların katyonları tutma kabiliyeti, onların antimikrobiyel özelliklerinde temel faktör olabilir (Post ve ark., 1963; Elliot ve ark., 1964; Ellinger, 1972; Tompkin, 1984). Halka strüktürlü fosfatlar zayıf katı asıtlı oluşturucular (Chelator -çelat oluşturucu) olmalarına karşın, zincir strüktürlü fosfatlar, kuvvetli katı asıtlı oluştururlar ve ortofosfatlar katı asıtlı oluşturmazlar (Van Wager ve Callis, 1958; van Wager ve Campanella, 1950; Martell ve Calvin, 1952; Irani ve Callis, 1962). Post ve ark. (1963). SHMP'lı ortamda çeşitli bakterilerin gelişimini kontrol etmişler ve gram (—) bakterilerin % 10 fosfatlı ortamda bile gelişirken, çoğu gram (+) bakterilerin fosfatla inhibe edildiğini saptamışlardır. SHMP, bazı bakteri suşlarının büyük bir çoğunluğunun hücrelerini lize de etmiştir. Hücrelerin lizesi, NaCl veya  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  ile önlenmiş ve ortamda  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  ilavesiyle inhibisyon etkisinin artışı tersine dönmüştür. Aynı araştırmacılar hücre duvarı bölünmesinin engellenmesi ve hücre duvarı bütünlüğünün kaybolmasıyla sonuçlanan divalent katyon metabolizmasını (örneğin  $Mg^{++}$ ) SHMP'in engellendiğini ifade etmektedirler.

Benzer mekanizma, Elliot ve ark. (1964) tarafından da ileri sürülmüş ve ticari polifosfatları test ederek, yapay ortamlarda non-fluorescent *Pseudomonas*'ların gelişmesini polifosfatların engellediklerini saptamışlardır. Araştırmacılar ayrıca, tavuk karkaslarını % 8 fosfatlı buzlu-su ile 20-24 saat soğutmanın daha sonraki depolama periyodu sırasında fluorescent *Pseudomonas*'lar hariç, mikrobiyel gelişmeyi engellediğini belirtmektedirler.

Ortama magnezyum ve pyoverdine ve pepton gibi doğal rekabet edici katı asıtlı oluşturucuların (Çelat'lar) ilavesi, inhibisyonu tersine dönüştürmüştür. Araştırmacılar, non-fluorescent *Pseudomonas*'ların inhibisyonunun katyonların fosfatlarla tutulması nedeniyle olduğunu ileri sürmüşlerdir (Elliot ve ark., 1964). Nelson ve ark. (1983) da nitritsiz formülasyonlarda botulin toksin oluşumunu, SAPP'ın geciktirmediğini ve SAPP'ın aktivitesinin, katyonların tamamen tutulmasıyla olabileceğini varsaymışlardır. Isoaskorbat da bir ayırıcı (katyon tutucu) olarak etki ettiğinde, nitritin antibotulin etkisini artırıcı bir madde olarak belirtilmektedir (Tompkin ve ark., 1978). Fakat katı asıtlı oluşturucu ayıraçların mikrobiyel gelişmeyi ya artırıcı ya da engelleyici olduğunu bildiğini de belirtmek gerekir. Katı asıtlı oluşumu, mikroorganizmaları esansiyel elementlerden mahrum edebilir veya metabolize edilebilen bileşiklerle çelat olduğunda, mikrobiyel gelişme için esansiyel olan iyonlar mikroorganizma için daha yararlı hale gelebilir (Lankford ve ar., 1957). Katı asıtlı oluşturucular, toksik metalleri ortamdaki ayırabilirler (Hunter ve ark., 1950; Mayer ve Trayler, 1962; Jones, 1964).

Daha önce de belirtildiği gibi, Roberts ve ark (1981 a,b), ile Madril ve Sofos (1985 b) un çalışmaları önemli fosfatların yüksek pH da düşük pH dan daha fazla inhibitör etki gösterdiğine işaret etmektedir. Bu bulgular, nitritin botulin inhibityon etkisi için önerilen yol ile ilişkilendirilebilir (Tompkin, 1978). Eğer nitritin ve fosfatların antimikrobiyel etkileri birbi-

riyle ilişkiliye, Nelson ve ark. (1983) nın varsaydığı gibi, düşük pH değerlerinde, nitrit oranı azaldığında, fosfatlar az inhibitör etki gösterir. Bununla beraber fosfatların enzimler üzerine veya diğer maddeler üzerine bazı pH değerlerinde maksimum inhibitör etki gösterdiği diğer bir varsayımdır. Et proteinleri ile fosfatın reaksiyonları, belli koşullar altında fosfatların antimikrobiyel etkilerinin yokluğunda da oluşturulabilir.

Ürün bağlama kapasitesinin polifosfatlar ile artırılmasında iyonik gücün esas olduğu belirtilmektedir (Trout, 1984). Ama Elliot ve ark. (1964), polifosfatların antimikrobiyel aktivitelerinin iyonik güç ile ilişkili olmadığını belirtmektedirler. Genelde, mikrobiyel gelişme üzerine toplam iyon gücünün etkisi henüz tam olarak açıklanamamıştır.

Polifosfatların antimikrobiyel etkisinin diğer olası mekanizmaları; polifosfatlar ile hücre duvarı ya da hücre membranı arasındaki ilişkileri, değişik alışveriş işlevlerinin inhibisyonu arasındaki ilişkileri ya da inhibisyonun diğer bazı tipleri arasındaki ilişkileri kapsayabilir. Wagner ve Busta (1985 a,b) nın çalışması, SAPP'ın toksik molekülleri nötralize ettiğine ya da oluşumunu engellediğine ya da protoksin moleküllerinin aktivasyonundan sorumlu **Cl. botulinum** proteaz'larını inhibe ettiğine işaret etmektedir. Bu engellemeler, SAPP'ın proteaz moleküllerine bağlanmasıyla ya da aktivasyon için gerekli olan katyonların tutulmasıyla izah edilmiştir.

Genelde, polifosfatların antimikrobiyel etkilerinin şekli ve bu etkinin oluşması için gerekli olan koşullar tam olarak bilinmemektedir. Bundan sonraki çalışmalar, yukarıda belirtilen varsayımları açıklığa kavuşturmaya ve fosfatların iyon tutma boyutunu, onların mikrobiyel hücrelerin enzimleri ya da diğer aktivitelerine olan etkisini ve fosfatların aktivitesi üzerine pH nın ve diğer çevre faktörlerinin etkisini belirlemeye yönelik olacaktır.

#### ÖZET

Et ürünlerinde düşük tuz oranlarının kullanımı; pişirme veriminin, duysal kalitenin ve

koruyucu etkinin azalmasıyla sonuçlanır. Düşük tuz oranları ile bazı fosfatların birlikte kullanımı, bağlayıcılığı ve ürün kalitesini iyileştirir. Ama farklı fosfatların düşük tuz oranlı et formülasyonlarının antimikrobiyel aktiviteleri üzerine etkisi, iyimser iyi yaklaşımla değişkenlidir.

Belli koşullar altında bazı fosfatlar, mikrobiyel gelişmeye etki edebilmektedir. Fosfatların mikrobiyel gelişmeyi engellemesine karışan faktörler; fosfat tipi ve konsantrasyonu, ürün pH sı, NaCl miktarı, ortamda diğer inhibitörlerin varlığı (nitrit, askorbat, sorbat v.b), bulaşmanın tipi ve düzeyi, özel ürün bileşimi, ısıtma işlemi, depolama koşulları ve diğer bilinmeyen değişkenlerdir.

Tartışılıyor olsa bile ve «fosfat zincir uzunluğu arttıkça demir tutulması azalır» karşı görüşü olsa bile, uzun zincirli polifosfatlar antimikrobiyeller olarak daha etkin görünmektedirler. Kısa zincirli olmasına rağmen, SAPP, bazı ürün pH larında hem ürünün bağlanmasını hem de ürünün tüketim ömrünü artırmada yardımcı olarak görünür ve bunun bir sonucu olarak SAPP'ın, fosfat karışımlarına ilavesi yararlı olabilir.

Fosfatların antimikrobiyel etki mekanizmaları bilinmeden kalıyor olsa bile, varsayılan yollar; metal iyonlarının tutulmasını, hücre zarı ile transport işlevlerinin engellenmesi reaksiyonunu ve enzim sistemlerinin inhibisyonunu içermektedir. Et ürünlerinde kullanılan düzeylerde fosfatlar antimikrobiyel etkide su aktivitesi etkisi göstermezler. Bazı fosfatlar veya karışımları şüphesiz diğerlerinden daha fazla inhibitör etkide olduğundan, özellikle düşük tuz oranlı ürünlerde mikrobiyel stabiliteyi sağlamak ve kaliteyi artırabilmek için, uygun karışımların formüle edilmesi gereklidir. Ayrıca, antimikrobiyel aktivite üzerine pH ve fosfat tipi arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik çalışmalara da gerek vardır.

## KAYNAKLAR

- Acton, J.C., Ziegler, G.R., Burge, D.L. 1981. Functionality of muscle constituents in the processing of comminuted meat products. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 10 (2): 99.
- Anonymous, 1982. Function of phosphates in foods. FMC Corp. Bulletin, FMC corp, Philadelphia.
- Bendall, J.R. 1954. The swelling effect of polyphosphates on lean meat. *J. Sci. Food Agric* 5: 468.
- Bickel, W. 1956. Process for treatment of meats, sausage products and intestines. U.S. Patent No. 2, 735, 776.
- Brotzky, E., Everson, C.W. 1973. Polyphosphate use in meat and other muscle foods. *Proceedings Meat Ind Res. Conf*, P. 107. Amer. Meat Inst., Washington, D.C.
- Chang, I. ve Watts, B.M. 1949. Antioxidants in the hemoglobin catalyzed oxidation of unsaturated fats. *Food Technol.* 3: 332.
- Chen, T.C., Culotta, J.T., Wang, W.S. 1973. Effect of water and microwave energy precooking on microbiological quality of chicken parts. *J. Food Sci.* 38: 155.
- Daelman, W., van hoff, J. 1975. Einfluss des pH-Wertes, der Vermentung von Polyphosphat und der Lagerung auf die bakteriologische Beschaffenheit von Bruhwurst und Bruhwurstaufschnitt. *Arch. Lebensmittelhyg* 26: 213.
- Ellinger, R.H. 1972. Phosphates as food ingredients. CRC Press Cleveland, Ohio.
- Elliot, R.P., Straka, R.P., Caribaldi, J.A. 1964. Polyphosphate inhibition of growth of pseudomonads from poultry meat. *Appl. Microbiol.* 12: 517.
- Firstenberg-Eden, R., Rowley, D.B., Shattuck, G.E. 1981. Inhibition of *Moraxella-Acinetobacter* cells by sodium phosphates and sodium chloride. *J. Food Sci.* 46: 579.
- Foster, R.D., Mead, G.C. 1976. Effect of temperature and added polyphosphate on the survival of salmonella in poultry meat during cold storage. *J. Appl. Bacteriol.* 41: 505.
- Gould, G.W. 1964. Effect of food preservatives on the growth of bacteria from spores. In *Microbial Inhibitors in Food* Ed. N. Molin, p. 17. Stockholm, Sweden, Almqvist and Wiksell.
- Halliday, D.A. 1978. Phosphates in food processing. *Process Biochemistry.* 13 (7): 6.
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration, *Adv. Food Res.* 10: 355.
- Hamm, R. 1970. Interactions between phosphates and meat proteins in «Symposium of Phosphates in Food Processing», Ed. J.M. Deman, P. Melnychyn, p. 65, AVI Publishing Co. Westport, Conn.
- Hamm, R., Grau, R. 1958. Über das Wasserbindungsvermögen des Säugetiermuskels. V. Die Wirkung von Salzen Schwacher Säuren. *Z. Lebensm. Untersuch. U-Forsch.* 108-280.
- Hamm, R., Neraal, R. 1977. Über den enzymatischen Abbau von Tripolyphosphat und Diphosphat in Zerkleinertem Fleisch. *Z. Lebensm. Unteforsch. - Forsch.* 164: 243.
- Hargett, S.M., Blumer, T.N., Hamman, D.D., Keeton, J.T., Monroe, R.J. 1980. Effect of sodium acid pyrophosphate on sensory, chemical, and physical properties of frankfurters. *J. Food Sci.* 45: 905.
- Haymon, L.W., Brotzky, E., Danner, W.E., Everson, C.W., Hammer, P.A. 1976. Frozen cook meat antioxidant: improved action of sodium tripolyphosphate on tenderness and certain chemical characteristics of meat. *J. Food Sci.* 41: 417.
- Hellendoorn, B.W. 1962. Water-binding capacity of meat as affected by phosphates. I. Influence of sodium chloride and phosphates on the water retention of comminuted meat at various pH values. *Food Technol.* 16 (9): 119.
- Hunter, S.H., Provasoli, L., Schatz, A., Haskins, C.P. 1950. Some approaches in the study of the role of metals in the metabolism of microorganisms. *Proceedings Amer. Phil. Soc.* 94: 152.
- Ingram, M., Kitchell, A.G. 1967. Salt as a preservative for foods. *J. Food Technol.* 2: 1.
- Inklaar, P.A. 1967. Interaction between polyphosphates and meat. *J. Food Sci.* 32: 525.
- Irani, R.R., Callis, C.F. 1962. Calcium and magnesium sequestration by sodium and potassium polyphosphates. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 39: 156.
- Irani, R.R., Morgenthaler, W.W. 1963. Iron sequestration by polyphosphates. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 40: 283.
- Ivey, F.J., Robach, M.C. 1978. Effect of sorbic acid and sodium nitrite on *Clostridium botulinum* outgrowth and toxin production in canned comminuted pork. *J. Food Sci.* 43, 1782.
- Ivey, F.J., Shaver, K.J., Christiansen, L.N., Tompkin, R.B. 1978. Effect of potassium sorbate on toxinogenesis by *Clostridium botulinum* in bacon. *J. Food Prot.* 41: 621.

- Jarvis, B., Rhodes, A.C., Patel, M. 1979. Microbiological safety of pasteurized cured meats: inhibition of *Clostridium botulinum* by curing salts and other additives in «Proceedings of International Meeting on Food Microbiology and Technology, Ed. B. Jarvis, J.A.B. Christian, H.D. Michener, p. 251. Medicina Viva Servizio Congressi, Parma, Italy.
- Jones, G.E. 1964. Effect of chelating agents on the growth of *Escherichia coli* in seawater. *J. Bacteriol.* 87: 483.
- Jones, J.M., Griffiths, N.M., Grey, T.C., Wilkinson, C.C., Robinson, D. 1980. The effect of polyphosphate-salt injection on chicken breast muscle. *Lebensm. - Wissu. - Technol.* 13: 145.
- Karmas, E. 1970. Meat product manufacture, p. 38. Noyes Data Corp., Park Ridge, N.J.
- Keeton, J. 1983. Effects of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *J. Food Sci.* 48: 878.
- Keeton, J.T., Foegeding, E.A., Patana-Anake, C. 1984. A comparison of monmeat proteins, sodium tripolyphosphate and processing temperature effects on physical and sensory properties of frankfurters. *J. Food Sci.* 49: 1462.
- Kelch, F., Buhlmann, X. 1958. Die einfluss handelsüblicher phosphate auf das wachstum von mikroorganismen. *Fleischwirt.* 10: 325.
- Kohl, W.F. 1971. A new process for pasteurizing egg whites. *Food Technol.* 25: 1176.
- Kohl, W.F., Ellinger, R.H. 1972. Method of preserving food materials, food product resulting from, and preservative composition. U.S. Patent No. 3, 681, 091.
- Kohl, W.F., Sourby, J.C., Ellinger, R.H. 1970. Process for the pasteurization of egg whites. U.S. Patent No. 3, 520, 700.
- Kotter, L. 1960. Basic studies on the action of phosphates on sausage emulsiyon. *Fleischwirtschaft* 13: 186.
- Lankford, C.E., Kustoff, T.Y., Sergeant, R.P. 1957. Chelating agents in growth initiation by *Bacillus globigii*. *J. Bacteriol.* 74: 737.
- Lawrance, R.C., Thomas, T.C., Terzaghi, B.E. 1976. Reviews of the progress of dairy science: cheese starters. *J. Dairy. Res.* 43: 141.
- Madril, M.T. 1984. Polyphosphate effects on microbiological and functional properties in reduced NaCl meat products. M.S. Thesis, Colorado St U., Fort Collins, Colo.
- Madril, M.T., Sofos, J.N. 1985 a. Antimicrobial and functional effects of six polyphosphates in reduced NaCl comminuted meat products. *Lebensm. Wissench. und Technol.* (inpress).
- Madril, M.T., Sofos, J.N. 1985 b. Influence of sodium acid pyrophosphate, pH and NaCl on the binding and shelflife of meat products. Paper No. 445 presented at 45th Annual Meeting Inst. Food Technol., June 9 - 12 Atlanta, Ga.
- Mahon, J.H. 1961. Tripolyphosphate-salt synergism and its effect on cured meat volume. *Proceedings of Meat Ind. Res. Conf.*, p 59. Amer. Meat Inst., Washington D.C.
- Mahon, J.H. 1962. Preservation of fish. U.S. Patent No. 3, 036, 923.
- Mahon, J.H. 1963. Methods of processing poultry. U.S. Patent No. 3, 104, 170.
- Mahon, J.H., Schiamb, K., Brotsky, E. 1970. General concepts applicable to the use of polyphosphate in red meat, poultry and seafood processing. In *Symposium: Phosphates in Food Processing*, Ed. J.M. De Man and P. Melnychyn, p. 158, AVI Publishing Co., Westport, Conn.
- Marcy, J.A., Kraft, A.A., Olson, D.G., Walker, H.W., Hotchkiss, D.K. 1985. Fate of *Staphylococcus aureus* in reduced sodium fermented sausage. *J. Food Sci.*, 50: 316....
- Marion, W.W., Forsythe, R.H. 1964. Autoxidation of turkey lipids. *J. Food Sci.* 29: 530.
- Marsden, J.L. 1980. The importance of sodium in processed meats. *Proc. Meat Ind. Res. Conf.*, p. 77. American Meat Inst., Arlington, Va.
- Martell, A.E., Calvin, M. 1952. Chemistry of the metal chelate compounds. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Matlock, R.G., Terrell, R.N., Savell, L.W., Rhee, K.S., Dutson, T.R. 1984 a. Factors affecting properties of rawfrozen pork sausage patties made with various NaCl/phosphate combinations. *J. Food Sci.* 49: 1363.
- Matlock, R.G., Terrell, R.N., Savell, L.W., Rhee, K.S., Dutson, T.R. 1984 b. Factors affecting properties of precooked frozen sausage patties made with various NaCl/phosphate combinations. *J. Food Sci.* 49: 1372.
- Mayer, G.D., Traxler, R.W. 1962. Action of metal chelates on growth initiation of *Bacillus subtilis*. *J. Bacteriol.* 83: 1281.
- Mead, G.C., Adams, B.W. 1979. Microbiological aspects of polyphosphate injection in the processing and chill storage of poultry. *J. Hyg.* 82: 133.
- Meyer, A. 1956. Process for the improvement of taste, digestibility, and stability of fish meat. U.S. Patent No. 2, 735, 777.
- Mihalayi-Kengyel, V., Kormendy, L. 1973. Behavior of polyphosphates during the storage of meat products. *Acta Aliment.* 2: 69.
- Molins, R.A., Kraft, A.A., Olson, D.G., Hotchkiss, D.K. 1984. Recovery of selected bacteria in media containing 0.5 % food grade poly- and pyrophosphates. *J. Food Sci.* 49: 9488.

- Molins, R.A., Kraft, A.A., Olson, D.G. 1985 a Effect of phosphates on bacterial growth in refrigerated uncooked bratwurst. *J. Food Sci.* 50: 531.
- Molins, R.A., Kraft, A.A., Walker, H.W., Olson, D.G. 1985 b Effect of poly- and pyrophosphates on the natural bacterial flora and inoculated *Clostridium sporogenes* PA 3679 in cooked vacuum packaged bratwurst. *J. Food Sci.* 50: 876.
- Nelson, K.A., Busta, F.F., Sofos, J.N., Wagner, M.K. 1983. Effect of polyphosphates in combination with nitrite-sorbate or sorbate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in chicken frankfurter emulsions. *J. Food Protect* 46: 846.
- Nielsen, H.J.S., Zeuthen, P. 1983. Influence of phosphate and glucose addition on some important spoilage bacteria in vacuum packaged bologna-type sausage. *J. Food Prot.* 46: 1078.
- Nielsen, H.J.S., Zeuthen, P. 1985. Sodium chloride and pathogenic bacteria in a vacuum-packaged minced meat product. *J. Food Prot* 48: 150.
- Nikkila, O.E., Kuusi, T., Kytokangas, R. 1967. Changes in fish proteins caused by storage in saline solution and their inhibition by phosphates. Study of the reaction by tracer technique. *J. Food Sci.* 32: 686.
- O'leary, D.K., Kralovec, R.D. 1941. Development of *B. mesentericus* in bread and control with calcium acid phosphate or calcium propionate. *Cereal Chem.* 18: 730.
- Pepper, F.H., Schmidt, G.R. 1975. Effect of blending time, salt, phosphate and hotboned beef on binding strength and cook yield of beef rolls. *J. Food Sci.* 40: 227.
- Post, F.J., Krishnamurty, G.B., Flanagan, M.D. 1963. Influence of sodium hexametaphosphate on selected bacteria. *Appl. Microbiol.* 11: 430.
- Post, F.J., Coblenz, W.S., Chou, T.W., Salunkhe, D.K. 1968. Influence of phosphate compounds on certain fungi and their preservative effects on fresh cherry fruit (*Prunus cerasus*, L.). *Appl. Microbiol.* 16: 138.
- Puolanne, E.J., Terrell, R.N. 1983 a. Effects of salt levels in prerigor blends and cooked saurages on water binding, released fat and pH. *J. Food Sci.* 48: 1022.
- Puolanne, E.J., Terrell, R.N. 1983 b. Effects of rigor-state, levels of salt and sodium triphosphate on physical, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *J. Food Sci.* 48: 1036.
- Rainestbell, R., Drager, H.H., Tzeng, D.Y.M., Shin, H.K., Schmidt, G.R. 1977. Physiological responses of human adults to foods containing phosphate additives. *J. Nutr.* 107: 42.
- Ramsey, M.B., Watts, B.M. 1963. The antioxidant effects of sodium tripolyphosphate and vegetable extracts on cooked meat and fish. *Food Technol.* 17: 1056.
- Roberts, T.A., Gibson, A.M., Robinson, A. 1981 a. Factors controlling the growth of *Clostridium botulinum* types A and B in pasteurized cured meats. I. Growth in pork slurries prepared from «low» pH meat (pH range 5.5-6.3). *J. Food Technol.* 16: 239.
- Roberts, T.A., Gibson, A.M., Robinson, A. 1981 b. Factors controlling the growth of *Clostridium botulinum* types A and B in pasteurized cured meats. II. Growth in pork slurries prepared from «high» pH meat (pH range 6.3-6.8). *J. Food Technol.* 16: 267.
- Robinson, A., Gibson, A.M., Roberts, T.A. 1982. Factors controlling the growth of *Clostridium botulinum* types A and B in pasteurized cured meats. V. Prediction of toxin production: Non-linear effects of storage temperature and salt concentrations. *J. Food Technol.* 17: 727.
- Sair, L., Komarik, S.L. 1968. Method of emulsifying and curing meat products. U.S. Patent No. 3,391,007.
- Sato, K., Hegarty, G.R. 1971. Warmedover flavor in cooked meats. *J. Food Sci.* 36: 1098.
- Savich, A.L., Jansen, C.E. 1954. Process for improving the color of animal material. U.S. Patent No. 2,830,907.
- Schmidt, G.R., Mawson, R.F., Siegel, D.G. 1981. Functionality of a protein matrix in comminuted meat products. *Food Technol.* 35 (5): 235.
- Schoeni, J.L., Doyle, M., Tanaka, N. 1980. Antibotulinal properties of longchain polyphosphate, p. 337. Annual Report, Food Research Institute, Madison, Wis.
- Schwartz, W.C., Mandigo, R.W. 1976. Effect of salt, sodium tripolyphosphate, and storage on restructured pork. *J. Food Sci.* 41: 1266.
- Seman, D.L., Olson, D.G., Mandigo, R.W. 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *J. Food Sci.* 45: 1116.
- Seward, R.A., Deibel, R.H., Lindsay, R.C. 1982. Effects of potassium sorbate and other antibotulinal agents on germination and outgrowth of *Clostridium botulinum* type E spores in microcultures. *Appl. and Environ Microbiol.* 44: 1212.
- Sherman, P. 1961. The waterbinding capacity of fresh pork. I. The influence of sodium chloride, pyrophosphate and polyphosphate on water absorption. *Food Technol.* 15: 79.
- Shimp, L.A. 1981. The advantages of STPP for cured meat production. *Meat process.* August, p. 65.

- Shimp, L.A. 1983 a. Tips on food grade phosphates. *Food Engin*, September, p. 106.
- Shimp, L.A. 1983 b. Phosphates: What you should know. *Meat Indust*, November, p. 24.
- Shults, G.W., Wierbicki, E. 1973. Effects of sodium chloride and condensed phosphates on the water - holding capacity, pH and swelling of chicken muscles. *J. Ford Sci.* 38: 991.
- Shults, G.W., Wierbicki, E. 1974. Effects of condensed phosphates on the pH, water - holding capacity and meat swelling properties of pork muscle. *Techn Rept. TR-74-22 FL. U.S. Army Natick Labs. Natick, Mass.*
- Shults, G.W., Russell, D.R., Wierbicki, E. 1972. Effects of condensed phosphates on pH, swelling and water - holding capacity of beef. *J. Food Sci.* 37: 860.
- Smith, L.A., Simmons, S.L., Mc Keith, F.K., Bechtel, P.J., Brady, P.L. 1984. Effect of sodium tripolyphosphate on physical and sensory properties of beef and pork roasts. *J. Food Sci.* 49: 1636.
- Sofos, J.N. 1983 a. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. *J. Food Sci.* 48: 1684.
- Sofos, J.N. 1983 b. Effects of reduced salt (NaCl) levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *J. Food Sci.* 48: 1692.
- Sofos, J.N. 1984. Antimicrobial effects of sodium and other ions in foods: review. *J. Food Safety* 6: 45.
- Sofos, J.N. 1985. Influence of sodium tripolyphosphate on the binding and antimicrobial properties of reduced NaCl comminuted meat products. *J. Food Sci.* 50: 1379.
- Sofos, J.N., Busta, F.F. 1980. Alternatives to the use of nitrite as an antibotulinal agent. *Food Technol.* 34 (5): 244.
- Sofos, J.N., Bubta, F.B., Allen, C.E. 1979. Botulism control by nitrate and sorbate in cured meats: A review. *J. Food Protect.* 43 - 739.
- Spencer, J.V., Smith, O.E. 1962. The effect of chilling chicken fryers in a solution of polyphosphates upon moisture uptake, microbial spoilage, tenderness, juiciness and flavor. *Poultry Sci.* 41: 1685 (abstract).
- Stauffer Chemical Co. 1969. Bacteriocidal polyphosphates. *British Patent No. 1, 154, 079.*
- Steinhauer, J.E. 1983. Food phosphates for use in the meat, poultry and seafood industry. *Dairy and Food Sanitat.* 3 (7): 224.
- Steinhauer, J.E., Banwart, G.J. 1964. The effect of Food grade phosphates on the microbial population of chicken meat. *Poultry Sci.* 43: 618.
- Sutton, A.H. 1973. The hydrolysis of sodium triphosphate in cod and beef muscle. *J. Food Technol.* 8: 185.
- Swift, C.E., Ellis, R. 1956. The action of phosphates in sausage products. I. Factors affecting the water retention of phosphate-treated ground meat. *Food Technol.* 10: 546.
- Swift, C.E., Ellis, R. 1957. Action of phosphates in sausage products. II. Pilot plant studies of the effects of some phosphates on binding and color. *Food Technol.* 11: 450.
- Tanaka, N. 1982. Challenge of pasteurized cheese spreads with *Clostridium botulinum* using in - process and post - process inoculation. *J. Food Prot.* 45: 1044.
- Tanaka, N., Worley, N.J., Sheldon, E.W., Goepfert, J.M. 1977. Effect of sorbate and sodium acid pyrophosphate on the toxin production by *Clostridium botulinum* in pork macerate p. 336. *Ann Report Food Res. Inst. U. of Wis. Madison. Wis.*
- Taylor, M.H., Smith, L.T., Mitchell, J.D. 1965. The effect of packaging materials and a tripolyphosphate (Kena) on the shelflife of turkey steaks. *Poultry Sci.* 44: 297.
- Thomson, J.E., Bailey, J.S., Cox, N.A. 1979. Phosphate and heat treatment to control *Salmonella* and reduce spoilage and rancidity on broiler carcasses. *Poultry Sci.* 58: 139.
- Tompkin, R.B. 1978. The role and mechanism of the inhibition of *Cl. botulinum* by nitrite - is a replacement available? *Proceedings of 31st Recipr. Meat Confer. Amer. Meat Sci. Assn. Chicago III.* 31: 135.
- Tompkin, R.B. 1984. Indirect antimicrobial effects in foods: Phosphates. *J. Food Safety* 6: 13.
- Tompkin, R.B., Christiansen, L.N., Shaparis, A.B. 1978. Antibotulinal role isoascorbate in cured meat. *J. Food Sci.* 1368.
- Trout, G.R. 1982. The effect of phosphate type salt concentration and processing conditions on the binding in restructured beef products. *M.S. Thesis, Colorado S.U., Fort Collins, Colo.*
- Trout, G.R. 1984. Effect of ionic strength phosphate type, pH and cooking temperature on meat protein functionality. *Ph. D. dissertation, Colorado St. U., Fort. Collins Colo.*
- Trout, G.R., Schmidt, G.R. 1983. Utilization of phosphates in meat products. *Proceedings Rec. Meat Conf., Vol. 36 p. 24. Natl. Livestock and Meat Board, Chicago III.*
- Trout, G.R., Schmidt, G.R. 1984. The effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in beef rolls. *J. Food Sci.* 49: 687.
- USDA. 1982. Meat and Poultry Products. Phosphates and sodium hydroxide. *Federal Register - Rules and Regulations* 47 (49): 10779.
- Van Wazer, J.R., Campanella, D.A. 1959. Structure and properties of the condensed phosphates. IV. Complex ion formation in polyphosphate solutions. *J. Amer. Chem. Soc.* 72: 655.